

# Valeur nutritive déterminée et estimée de la chicorée, du lotier et de l'esparcette

Yves Arrigo, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras, 1725 Posieux

Renseignements: Yves Arrigo, e-mail: yves.arrigo@alp.admin.ch, tél. +41 26 407 72 64



Figure 1 | Chicorée. (Photo: ALP-Haras)

## Introduction

Dans le cadre d'un projet consacré aux plantes riches en tanins condensés (Scharrenberg 2007), des essais de digestibilité des nutriments et de dégradabilité de la matière azotée avec les animaux ont été effectués à Agroscope ALP-Haras afin de déterminer la valeur nutritive de la chicorée (*Cichorium intybus*; fig.1), du lotier (*Lotus corniculatus*; fig. 2) et de l'esparcette (*Onobrychis viciifolia*; fig. 3). Le fait que les tanins condensés (TC) peuvent se lier à certains nutriments comme les protéines et en réduire la dégradation par les microorganismes de la panse (Barry et McNabb

1999) laisse présager des écarts entre la valeur nutritive réelle et celle prédite avec les équations éditées dans le Livre Vert (ALP 2011). Alors que la digestibilité apparente *in vivo* renseigne sur l'assimilation globale des protéines en présence des TC en faisant le bilan entre les nutriments ingérés et les nutriments analysés dans les fèces (résidus non digérés et produits endogènes), les essais de dégradabilité *in sacco* de la matière azotée précisent quant à eux les effets protecteurs des TC sur la matière azotée dans la panse. La comparaison des valeurs nutritives calculées avec des données déterminées ou estimées permet de choisir les équations de prédiction les plus appropriées.

## Matériel, animaux et méthode

La chicorée (*Cychorium intybus*, variété Grassland's Puna) et l'esparcette (*Onobrychis viciifolia*, var. Visnovsky) ont été produites par Agroscope Liebefeld-Posieux et étudiées en deuxième année d'exploitation. La chicorée et l'esparcette ont été récoltées au cours du premier cycle, la chicorée au stade feuilles et l'esparcette en début de floraison. La culture de lotier (*Lotus corniculatus*, var. Oberhaunstätter) de Posieux étant trop contaminée par d'autres plantes, nous avons étudié le lotier du 3<sup>e</sup> cycle cultivé à l'Institut de recherche en agriculture biologique (FiBL) à Frick au stade début floraison. Tous les fourrages ont été séchés sans fanage préalable à Posieux avec l'installation pilote (air pulsé à 35 °C et <40 % humidité relative de l'air).

Pour les essais de digestibilité *in vivo*, 21 béliers castrés adultes de race à viande à tête brune (type Oxford) ont été répartis dans les traitements en fonction de leur âge (2–7 ans) et de leur poids (72,5 kg +/- 6,2 kg). Ils ont reçu les fourrages purs en quantité rationnée selon notre standard expérimental habituel (1,1 x 0,380 MJ EM/kg<sup>0,75</sup>). Après 21 jours d'adaptation aux fourrages, des prélèvements quotidiens de fèces ont été réalisés pendant deux périodes de 4 jours consécutifs.

La dégradabilité de la matière azotée (deMA) a été déterminée selon la méthode *in sacco* (Dohme *et al.* 2007) avec des vaches fistulées. Cette méthode consiste à incuber des sachets nylon contenant les fourrages à étudier (4 g de MS), moulus à 3 mm par sachet nylon de 10x20 cm (porosité de 53 µ) pendant 2, 4, 8, 16, 24 et 48 h dans la panse de 3 vaches fistulées. Les vaches ont reçu une ration couvrant leurs besoins d'entretien, com-

## Résumé

L'estimation de la valeur nutritive de plantes riches en tanins condensés (TC) sort des modèles usuels de prédiction de la valeur nutritive. Pour en vérifier les effets, cette étude compare la valeur nutritive de la chicorée (*Cychorium intybus*), de l'esparcette (*Onobrychis viciifolia*) et du lotier (*Lotus corniculatus*) obtenue au moyen de données déterminées avec les animaux (*in vivo*, *in sacco*) ou avec les équations de prédiction eu égard aux teneurs en TC.

La digestibilité de la matière organique (dMO) *in vivo* de la chicorée (78,8 %) était plus élevée ( $p < 0,01$ ) que la dMO semblable des deux autres plantes (69,3 %). L'esparcette, avec la plus haute concentration en TC, enregistre la digestibilité apparente de la matière azotée (dMA) la plus basse, soit 58,7 % (vs chicorée 69,7 et lotier 76,5 %  $p < 0,01$ ).

La dégradabilité de la matière azotée (deMA) des plantes à faibles teneurs en TC est semblable pour la chicorée et le lotier (64,2 % et 65,1 %), mais se distingue de celle de l'esparcette (47,8 %  $p < 0,01$ ). Les meilleures prédictions pour les fourrages verts étudiés ont été obtenues pour la chicorée (1<sup>er</sup> cycle stade feuilles sans tige) avec l'équation dMO pour mélanges riches en autres plantes à feuilles fines, pour le lotier (3<sup>e</sup> cycle début floraison) avec celle pour légumineuse et pour l'esparcette (1<sup>er</sup> cycle début floraison) avec celle pour mélanges indéterminés.



Figure 2 | Lotier. (Photo: FiBL)



Figure 3 | Esparcette. (Photo: ALP-Haras)

posée de 70 % (base MS) de foin de bonne qualité (166 g matière azotée (MA)/kg MS) et de 30 % de concentrés (150 g MA/kg MS).

La détermination des tanins concentrés a été réalisée selon la méthode HCL-Butanol (Terril *et al.* 1992). Les valeurs nutritives ont été calculées avec les formules éditées dans le Livre Vert (LV) avec les digestibilités déterminées *in vivo* ou, pour comparaison, celles prédites par équations.

Le séchage des trois espèces n'a pas été identique. En effet, la chicorée récoltée le 24 mai se composait de larges feuilles (fig. 1) qui, conjuguées à une faible teneur en MS (10 %), offrait une masse compacte difficile à ventiler. Pour parvenir à la sécher à 90 % de MS, il a fallu trois jours au lieu des deux habituels; ce temps supplémentaire n'altère en rien les caractéristiques physiques des plantes, car les manipulations en séchoir ne sont pas mécanisées. D'éventuelles pertes par respiration ne peuvent pas être exclues, cependant celles-ci devraient être modestes vu que le seuil de dessiccation de 35–40 % (Baumont 2011) a été atteint après 42 h de séchage. Le séchage des deux autres plantes a été réalisé en 48 h sans problème particulier.

## Résultats et discussion

### Composition chimique des plantes

Les teneurs en nutriments des plantes figurent dans le tableau 1. On constate que la teneur en matière orga-

nique (MO) de la chicorée est la plus basse. Cette faible MO est la conséquence d'une teneur en cendres (CE) très élevée (206 g/kg MS) due en partie à des contaminations terreuses. La chicorée avec ses larges feuilles offre une importante surface de contact aux souillures. Les teneurs

Tableau 1 | Teneurs en nutriments des fourrages expérimentaux

	Chicorée	Lotier	Esparcette
matière sèche, g/kg	900	906	909
<b>dans la MS en g/kg:</b>			
matière organique	794	899	910
matière azotée	149	225	123
cendres	206	101	90
cellulose brute	162	245	275
lignocellulose (ADF)	221	311	350
parois (NDF)	253	349	424
Ca	9,4	13,1	6,8
P	4,2	3,7	3,2
Mg	2,6	3,8	2,4
K	50	34	34
tanins condensés (TC)	7	12	48
énergie brute (EB) en MJ/kg	15,3	18,5	17,3

Valeurs moyennes des deux essais.

**Tableau 2** | Coefficients de digestibilité déterminés *in vivo* avec les moutons (en %)

	Chicorée	Lotier	Esparcette	S <sub>xx</sub>	P
n	6	4	6		
dMO	78,8 <sup>a</sup>	69,3 <sup>b</sup>	69,3 <sup>b</sup>	0,5	<0,01
dMA	69,7 <sup>a</sup>	76,5 <sup>c</sup>	58,7 <sup>b</sup>	0,6	<0,01
dCB	74,7 <sup>a</sup>	54,2 <sup>c</sup>	58,2 <sup>b</sup>	0,9	<0,01
dADF	75,1 <sup>a</sup>	53,1 <sup>b</sup>	54,4 <sup>b</sup>	0,9	<0,01
dNDF	78,0 <sup>a</sup>	56,0 <sup>b</sup>	58,6 <sup>b</sup>	0,9	<0,01
dEB	74,2 <sup>a</sup>	65,6 <sup>b</sup>	64,9 <sup>b</sup>	0,6	<0,01

Les valeurs d'une même ligne portant un indice distinct sont statistiquement différentes ( $p < 0,01$ ).

S<sub>xx</sub>: erreur standard de la moyenne.

en CE plus faibles de l'esparcette et du lotier correspondent aux teneurs effectives sans souillures, évitées en raison du port des feuilles plus aérien de ces plantes.

Les teneurs en MA varient passablement d'une espèce à l'autre. Le lotier révèle une teneur très haute avec 233 g MA/kg MS (récolté au 3<sup>e</sup> cycle début floraison). Quant à l'esparcette, qui en contient la moitié, elle atteint une teneur inférieure (123 g/kg MS) à celle éditée dans le Livre Vert pour les légumineuses au stade 5 (145 g).

Les teneurs en constituants pariétaux (cellulose brute, [CB], parois [NDF] et lignocellulose [ADF]) distinguent les plantes entre elles, avec des valeurs basses pour la chicorée qui, récoltée en début de végétation, avait peu de tiges et beaucoup de feuilles. A l'opposé, l'esparcette avec une proportion importante de tiges enregistre les teneurs les plus élevées.

Les teneurs en TC des plantes étudiées variaient fortement d'une espèce à l'autre; l'esparcette, avec des teneurs sept fois supérieures à celles de la chicorée, avait cependant des teneurs inférieures à celles rencontrées dans d'autres essais réalisés par Agroscope Liebefeld-Posieux sur le métabolisme azoté de l'agneau et des vaches laitières (> 70 g TC/kg MS, Scharenberg 2007; Arrigo et Dohme 2009). Dans cette étude, seule l'esparcette peut être considérée comme plante riche en TC.

Pour les minéraux, les teneurs des deux légumineuses corroborent les valeurs du LV. Pour la chicorée, dont les valeurs ne sont pas référencées, la teneur en potasse par rapport aux autres plantes est élevée (50 g/kg MS). Cette valeur implique une attention particulière du bilan minéral, en particulier des apports en magnésium, lors de l'incorporation de chicorée dans la ration (Kessler 2000).

### Digestibilité des nutriments

La digestibilité de la matière organique (dMO) de la chicorée est la plus élevée avec 78,8 % et se différencie ( $p < 0,01$ ) de la dMO des deux légumineuses étudiées (tabl. 2). Les deux légumineuses ont des dMO similaires qui étaient inférieures aux valeurs données dans le LV (env. 80 %).

Les trois plantes se différencient par la digestibilité apparente de la matière azotée (dMA;  $p < 0,01$ ): le lotier détient la dMA la plus élevée, l'esparcette la plus basse et la chicorée enregistre une dMA intermédiaire. En relation avec la teneur en TC, on remarque que la concentration la plus élevée coïncide avec la dMA la plus faible. Ceci pourrait s'expliquer d'une part par une perméabilité réduite de la paroi de l'intestin due à l'action des TC sur ses molécules protéiques et, d'autre part, par une production azotée endogène accrue stimulée par les TC (Mc Leod 1974 et Butler 1992, cités par Zimmer et Cordesse 1996).

En ce qui concerne la digestibilité des constituants pariétaux, la dCB distingue les traitements entre eux. Pour dADF et dNDF, les deux légumineuses sont similaires avec des digestibilités inférieures à celles de la chicorée. Globalement sur l'ensemble des digestibilités déterminées (tabl. 2), la chicorée est la plante la plus digestible.

**Tableau 3** | dMO *in vivo* et par les équation; deMA *in sacco* et LV pour fourrages verts

	Chicorée	Lotier	Esparcette
dMO <i>in vivo</i> , %	78,8	69,3	69,3
dMO LV <sub>sp</sub> , %	78,6	68,8	64,9
en % <i>in vivo</i> -LV <sub>sp</sub>	-0,2	-0,7	-6,3
dMO LV <sub>ind</sub> , %	78,4	76,2	69,4
en % <i>in vivo</i> -LV <sub>ind</sub>	-0,5	10,0	0,2
deMA <i>in sacco</i> , %	64,2	65,1	47,8
deMA estimée LV, %	69,9	74,0	65,7
en % <i>in sacco</i> -LV	+8,9	+13,6	+37,4

équation LV<sub>sp</sub> dMO calculée avec les équations du LV spécifiques à la composition botanique, équation pour légumineuses pour l'esparcette et le lotier ( $dMO_s = 86,0 - 0,000231 CB_{MO}^2$ ), équation pour mélanges riches en autres plantes à feuilles fines pour la chicorée ( $dMO_{of} = 58,9 + 0,0792 MA_{MO} + 0,1320 CB_{MO} - 0,000121 MA_{MO}^2 - 0,000428 CB_{MO}^2$ )

équation LV<sub>ind</sub> dMO calculée avec l'équation du LV pour composition botanique indéfinie ( $dMO = 56,7 + 0,1262 MA_{MO} + 0,0939 CB_{MO} - 0,000231 MA_{MO}^2 - 0,000312 CB_{MO}^2$ )

équation LV<sub>deMA</sub> deMA = 51,2 + 0,126 MA<sub>MO</sub> - 0,00014 MA<sub>MO</sub><sup>2</sup>

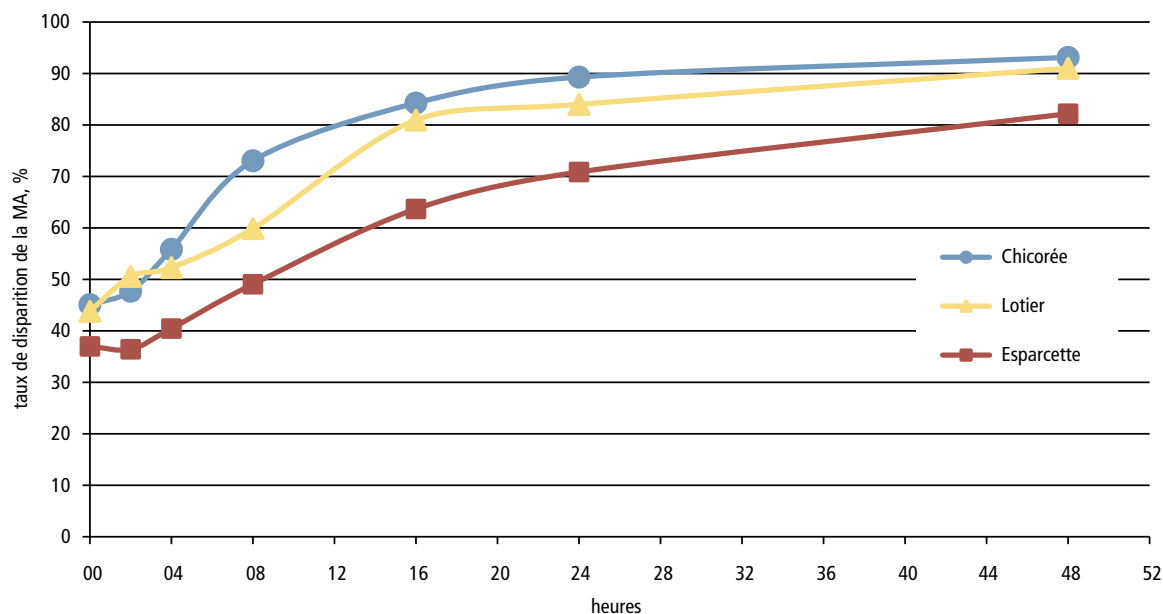


Figure 4 | Cinétique de la dégradation de la matière azotée dans la panse.

#### Détermination *in vivo* de la dMO ou estimation par les équations du LV

Afin de comparer les dMO déterminées *in vivo* avec les dMO estimées, ces dernières ont été calculées avec l'équation pour «composition botanique indéterminée» ainsi qu'avec les équations spécifiques. Les équations spécifiques suivantes ont été retenues: «mélanges riches en autres plantes à feuilles fines» pour la chicorée et «légumineuses» pour l'esparcette et le lotier. Les résultats sont comparés dans le tableau 3. Les équations pour fourrages verts ont été utilisées étant donné que les fourrages conditionnés avec notre séchoir expérimental ne subissent pas de travaux de fanage et conservent donc mieux leurs constituants et caractéristiques d'origine (Arrigo 2007).

Dans cette étude, les estimations de la dMO de la chicorée et du lotier avec les équations spécifiques sont les plus proches des valeurs déterminées *in vivo*. Par contre pour l'esparcette, l'équation pour mélanges non déterminés semble mieux adaptée que l'estimation avec l'équation pour légumineuses. Afin de valider le choix d'une équation d'estimation de la dMO pour ces espèces particulières, il serait nécessaire de procéder à des déterminations supplémentaires en étudiant différentes variétés à différents stades.

#### Dégradabilité de la MA

Les coefficients de dégradabilité de la MA (deMA) des deux plantes à faibles teneurs en TC sont assez semblables (tabl. 3) avec 64,2 % pour la chicorée et 65,1 % pour le lotier. Ces coefficients se distinguent significativement de celui de l'esparcette (47,8 %  $p < 0,01$ ). Ainsi, l'effet de protection des protéines par les liaisons complexes avec les tanins (Hervas *et al.* 2004; Arrigo et Dohme 2007) semble se confirmer.

Tableau 4 | Valeurs nutritives calculées avec les digestibilités *in vivo* et dégradabilités *in sacco*

	Chicorée	Lotier	Esparcette
<b>dans 1 kg MS</b>			
NEL	5,6	5,7	5,5
NEV	5,8	5,7	5,4
PAIE	100	125	107
PAIN	102	157	87
PPL <sub>NEL</sub> *	1,8	1,8	1,7
PPL <sub>PAI</sub> *	2,0	2,5	2,1
MA/NEL g/MJ	27	40	23

\*PPL= potentiel de production de lait qui exprime l'équivalent en kg lait par kg MS (NEL/3,14 et PAI/50).

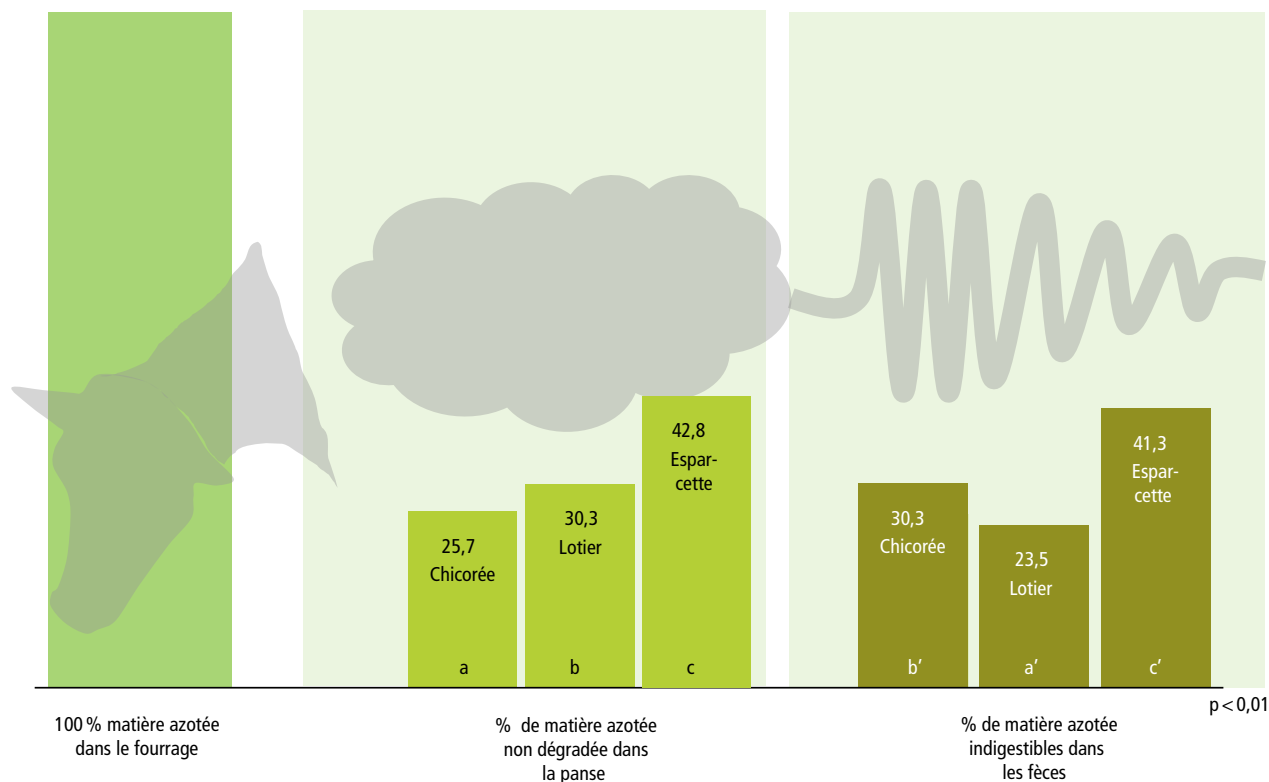


Figure 5 | Flux azoté non dégradé et indigestible chez le ruminant.

Les dégradabilités estimées par l'équation du LV donnent des valeurs supérieures à celles déterminées *in sacco* de +10,9 % pour la chicorée, de +12,8 % pour le lotier et de +38,1 % pour l'esparcette! Cela n'est pas surprenant, vu que l'équation n'est pas spécifique à la composition botanique et ne tient pas compte des effets protecteurs dus à des métabolites secondaires comme les TC. Pour ce type de fourrage, seule une détermination *in sacco* permet l'obtention de valeurs certes précises, mais onéreuses.

Tableau 5 | Comparaison des valeurs NEL déterminées avec la digestibilité *in vivo* et estimées par les équations du LV

	Chicorée	Lotier	Esparcette
<b>dans 1 kg MS</b>			
NEL <sub>vivo</sub> , MJ	5,6	5,7	5,5
NEL <sub>équation</sub> , MJ	5,6	5,6	5,0
équation/vivo, %	99,9	99,4	92,4

NEL<sub>vivo</sub> calculé avec dMO *in vivo*.  
 NEL<sub>équation</sub> calculé avec équations dMO LV2006 pour mélanges riches en «autres plantes à feuilles fines» pour la chicorée, «mélanges riches en légumineuses» pour le lotier et mélanges «indéterminés» pour l'esparcette.

Les courbes de cinétique de dégradabilité distinguent les plantes entre elles (fig. 4). La MA de la chicorée est très rapidement dégradée, puisque 74 % le sont en 8 h et 90 % en 24 h. L'esparcette, la plante la plus riche en TC, a la MA qui se dégrade le moins rapidement et le moins fortement, atteignant 70 % en 24 h, alors que les deux autres plantes atteignaient cette valeur déjà après 12 heures!

Le flux azoté présenté à la figure 5 récapitule la dégradation de la MA chez le ruminant. Au niveau de la panse, l'effet protecteur des TC contre l'action des micro-organismes semble se confirmer puisque l'esparcette détient le taux de MA non dégradée le plus élevé des trois plantes (p < 0,01). Par contre, cet apport supplémentaire de MA en entrée d'intestin n'a pas été mis à profit, étant donné que les résultats de l'essai de digestibilité montrent que c'est pour l'esparcette que les résidus de MA non digérés dans les fèces sont les plus importants.

### Valeurs nutritives

Les valeurs nutritives calculées avec les dMO et dMA *in vivo* ainsi que la deMA *in sacco* montrent, par le biais des potentiels laitiers (équivalents en kg de lait, pour l'éner-

gie NEL/3,14 et pour la MA PAIE/50, tabl. 4), que la chicorée (-0,2 kg lait/kg MS) et l'esparcette (-0,4 kg lait/kg MS) sont des fourrages légèrement déficitaires en énergie avec un rapport MA/NEL encore situé dans les recommandations (<30 g MA/MJ NEL). Leurs valeurs énergétiques (NEL) sont modestes et correspondent à un mélange équilibré au stade 4 à 5.

Le lotier était riche en protéines avec sa valeur énergétique de 5,7 MJ NEL, de fait le rapport MA/NEL est très excédentaire avec 40 g/MJ.

La comparaison des valeurs énergétiques NEL calculées avec les dMO estimées (tabl. 5) présente une bonne concordance pour la chicorée et le lotier. Quant à l'esparcette, elle est plus difficile à estimer; dans notre cas, elle était sous-estimée de 7,6 %.

## Conclusions

- Même en quantités modestes, les tanins condensés ont eu un effet protecteur sur la matière azotée contre la dégradation par les microorganismes de la panse, la dégradabilité de la matière azotée de l'esparcette étant significativement inférieure à celles des autres plantes étudiées.
- L'essai révèle que les liaisons complexes engendrées par les tanins condensés influencent l'assimilation des nutriments chez le ruminant et peuvent fausser l'estimation de la valeur nutritive avec des équations standards.
- L'estimation de la valeur nutritive de plantes en culture pure avec des équations établies par des associations de plantes reste fragile, d'autant plus si la plante à estimer n'est pas représentée dans la base de données initiale.
- Seul un suivi attentif des réponses émises par l'animal permet de confirmer la valeur nutritive réelle d'un aliment. ■

## Bibliographie

- ALP 2011, Arrigo Y. *et al.*, 2006. Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants. Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras, édition en ligne actualisée 2011. Accès: <http://www.agroscope.admin.ch/futtermitteldatenbank/04834/index.html?lang=fr> [30 mai 2012].
- Arrigo Y., 2007. Influence du mode de conservation, du cycle et du stade sur la digestibilité et les teneurs en minéraux de l'herbe. *Revue suisse Agric.* **39** (4), 193–198.
- Arrigo Y. & Dohme F., 2009. Influence de la distribution d'esparcette riche en tanins sur le métabolisme protéique des vaches au pâturage. *Renc. Rech. Ruminant* **16**, 75. Accès: <http://www.journees3R.fr> [17.9.2012].
- Barry T. N. & McNabb. W. C., 1999, The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition* **81**, 263–272.
- Baumont R., Arrigo Y. & Niederkorn V., 2011. Transformation des plantes au cours de leur conservation et conséquences sur leur valeur pour les ruminants. *Fourrage* **205**, 35–46.
- Dohme F., Graf C.M., Arrigo Y., Wyss U. & Kreuzer M., 2007. Effect of botanical characteristics, growth stage and method of conservation on factors related to the physical structure of forage – An attempt toward a better understanding of the effectiveness of fiber in ruminants. *Feed Science and Technology* **138**, 205–227.
- Hervas G., Frutos P., Ramos G., Giraldez F. J. & Mantecon A. R., 2004. Intraruminal administration of two doses of quebracho tannins to sheep: effect on rumen degradation and total tract digestibility, faecal recovery and toxicity. *J. Anim. Feed Sci.* **13** (1), 111–120.
- Kessler J., 2000. Kaliumreiches Wiesenfutter belastet Stoffwechsel der Milchkühe. *Agrarforschung* **7** (10), 466–471.
- Scharenberg A., Arrigo Y., Gutzwiller A., Soliva C. R., Wyss U., Kreuzer M. & Dohme F., 2007: Palatability in sheep and in vitro nutritional value of dried and ensiled sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*), and chicory (*Cichorium intybus*). *Archives of Animal Nutrition* **61** (6), 481–496.
- Scharenberg A., Arrigo Y., Gutzwiller A., Wyss U., Hess H. D., Kreuzer M. & Dohme F., 2007. Effect of feeding dehydrated and ensiled tanniferous sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on nitrogen and mineral digestion and metabolism of lambs. *Archives of Animal Nutrition* **61**, 390–405.
- Terrill T. H., Rowan A. M., Douglas G. B. & Barry T. N., 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *J. Sci. Food Agr.* **58** (3), 321–329.
- Zimmer N. & Cordesse R., 1996. Influence des tanins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants. *INRA Prod. Anim.* **9** (3), 167–179.

**Riassunto****Valore nutrizionale stimato di cicoria, ginestrino e lupinella**

Le equazioni di stima utilizzate generalmente per la stima del valore nutrizionale non sono adatte per le piante a elevato contenuto di tannini condensati (TC) Per verificare gli effetti della presenza di tannini condensati il presente studio mette a confronto i valori nutrizionali di cicoria comune (*Cichorium intybus*), lupinella (*Onobrychis viciifolia*) e ginestrino (*Lotus corniculatus*), ottenuti tramite dati ricavati con gli animali (*in vivo*, *in sacco*) o con equazioni di previsione tenendo conto dei tenori di TC.

La digeribilità della sostanza organica (DSO) *in vivo* della cicoria (78,8 %) è superiore ( $p < 0,01$ ) alla DSO, simile, delle altre due piante (69,3 %). La lupinella, con il tenore di TC più elevato, presenta la digeribilità apparente della sostanza azotata più bassa, ovvero il 58,7 per cento (contro il 69,7 % della cicoria e il 76,5 % del ginestrino,  $p < 0,01$ ).

La decomposizione della sostanza azotata (DSA) delle piante a basso contenuto di TC è simile nella cicoria e nel ginestrino (64,2 % risp. 65,1 %), ma differente da quella della lupinella, che è del 47,8 per cento ( $p < 0,01$ ).

Dallo studio risulta che la qualità migliore di foraggio verde si ottiene per la cicoria (1° ciclo allo stadio di foglia senza stelo) con l'equazione DSO per miscugli ad alto contenuto di altre piante con foglie fini, per il ginestrino (3° ciclo all'inizio della fioritura) con l'equazione per le leguminose e per la lupinella (1° ciclo all'inizio della fioritura) con quella per miscuglio indeterminato.

**Summary****Determined and estimated nutritive value of chicory, birdsfoot trefoil and sainfoin**

The assessment of the nutritional value of plants rich in condensed tannins (CT) stems from the models predicting the normal nutritional value. In order to verify the effects, this study compares the nutritional value of chicory (*Cichorium intybus*), sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) and lotus (*Lotus corniculatus*) obtained with data determined using animals (*in vivo*, *in sacco*) or with prediction equations with regard to levels of CT.

The organic matter digestibility (OMD) *in vivo* of chicory (78.8 %) was higher ( $p < 0.01$ ) than the similar OMD of the two other plants (69.3 %). Sainfoin with the highest concentration of CT obtains the lowest content in digestible nitrogenous matter (DNM) with 58.7 % (vs. chicory with 69.7 and lotus with 76.5 %  $p < 0.01$ ).

The degradability of the nitrogenous matter of plants with low CT values is comparable for chicory and lotus (64.2 % and 65.1 %) but is different to that of sainfoin 47.8 % ( $p < 0.01$ ). The best forecasts for forage studied were obtained for chicory (1<sup>st</sup> cycle stage leaves without stalks) with OMD equations for a mixture with a high degree of other plants with thin leaves, for lotus (3<sup>rd</sup> cycle start of flowering) with that for legumes and for sainfoin (1<sup>st</sup> cycle start of flowering) with that for an unspecified mixture.

**Key words:** nutritive value of plants, digestibility, ruminal protein degradation, chicory, birdsfoot trefoil, sainfoin.